

甘肃阳山金矿水文地质特征

李石桥

(武警黄金第十二支队,四川 成都 610036)

摘要: 阳山金矿床第四纪黄土及残坡积层出露较广,厚度大。矿区地下水类型主要为孔隙与裂隙潜水,分布于坡地及沟谷两侧,主要补给来源为大气降水的垂直渗入,以山泉及溪流形式排泄,含水层为第四纪松散堆积及岩石风化层,隔水层为地表深部的基岩,矿床水文地质条件简单。马连河为矿山开发用水源地。依据地层岩性、岩石力学性质划分为第四纪松散软弱岩类,碎裂岩、千枚岩、斜长花岗斑岩等裂隙发育带及构造破碎带软弱岩类,灰岩及深部脉岩、钙泥质千枚岩等块状岩类工程地质岩组,矿床工程地质条件中等。

关键词: 金矿床;水文地质;工程地质;甘肃

中图分类号: P618.51; P64 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-558X(2004)01-0062-06

阳山金矿位于甘肃省文县,大地构造位置处于扬子板块以北,中朝板块以南,松藩—甘孜褶皱系以东的三角区内,属西秦岭南亚热带^[1],文县弧形构造结合部位^[2]。目前,该矿床控制的金资源量已达 128×10^3 kg。20 世纪 80 年代,甘肃省地矿局第一水文地质工程地质队在该区做了 1:50 万区域水文地质普查,后又于 90 年代末开展水文地质调查。区内为湿润气候带地貌,高中山区,地势大体西北高东南低,矿区最高处(金子山)海拔 3 113 m,最低处 1 100 m,相对高差 2 000 m。区内地形切割强烈,山势陡峻,地表水以暴涨暴跌为特征,局部地段重力侵蚀活跃,易形成崩塌、滑坡、泥石流等,造成水土流失及地质灾害。

1 区域水文地质

1.1 地质背景

区内出露地层主要为第四纪黄土及千枚

岩、灰岩等残坡积物;中泥盆统的千枚岩、灰岩、砂岩及粉砂岩等,此外还出露二叠纪、白垩纪^[3]地层。其中千枚岩破碎强烈,为矿区主要赋矿层位。区内构造主要为安昌河—观音坝 NEE 向断裂带,延长大于 30 km,宽数十米至数千米, N 倾,倾角 50 ~ 70°,断裂带内岩石挤压强烈,褶皱发育,为矿区主要控矿构造^[4]。区内小岩株和岩脉沿构造破碎带产出,岩性主要为斜长花岗斑岩。矿区 EW 长 12 km,宽约 2 km,分为阳山、高楼山、安坝和葛条湾 4 个矿段,共发现 49 条矿脉,主要矿脉 305、314 号均赋存于安坝矿段。

1.2 地下水特征

地下水的赋存受岩石裂隙孔隙空间、构造性质及类型、地貌条件、气象水文因素等控制^[5]。主要有第四纪孔隙水、基岩裂隙水和构造带脉状裂隙水 3 种类型。第四纪孔隙水根据埋藏条件的不同分为河谷与坡地潜水 2 类。河谷潜水呈条带分布,水位浅,含水

层岩性为砂砾石及砂质碎石，泉流量最大为 2.55 L/s；坡地潜水主要指黄土和残坡积孔隙水^[6]，水位随地貌及古地形而变化，含水层厚度不一，其特点是泉流较多，流量小，泉流量一般小于 0.1 L/s。基岩裂隙水含水层岩性为砂岩、板岩、千枚岩、灰岩及斜长花岗斑岩等，区内出露面积较广，泉水流量 0.01~0.10 L/s，局部含承压水；岩石表层发育风化裂隙，赋存风化裂隙水，泉水流量 0.1~1.0 L/s，为弱富水区。构造带脉状裂隙水含水层岩性为张性或压性断裂带中羽状断裂、裂隙、破劈理发育的脆性岩石，含水层的分布与富水性都很不均匀^[7]，断裂性质及补给条件决定其富水与阻水与否。

地下水的补给来源主要为大气降水与冰雪融化水，降水渗入补给主要集中于 7~9 月份，冰雪融化期则为 3~4 月份，汇水面

积大、地形平缓、岩石裂隙发育、降水量大、植被茂密时补给量大，反之则小。河谷潜水含水层孔隙大、渗透性能好，主要接受河水渗漏补给。坡地潜水、基岩裂隙水及构造带脉状裂隙因远离地表水体，主要接受降水及冰雪融化水的垂直渗入补给，由于地形地貌复杂，地形坡度利于降水的迅速排泄，其渗入补给量较小。区内含水层储水性能差，地下水多以山泉及溪流形式向下游排泄。

2 矿区水文地质

矿区位于马连河支流金昌沟水文地质单元中上部，金子山脉分水岭北侧，相对侵蚀基准面标高 1 100 m，地形坡度较大，地下与地表分水岭基本一致，水文地质边界条件较清楚（图 1）。

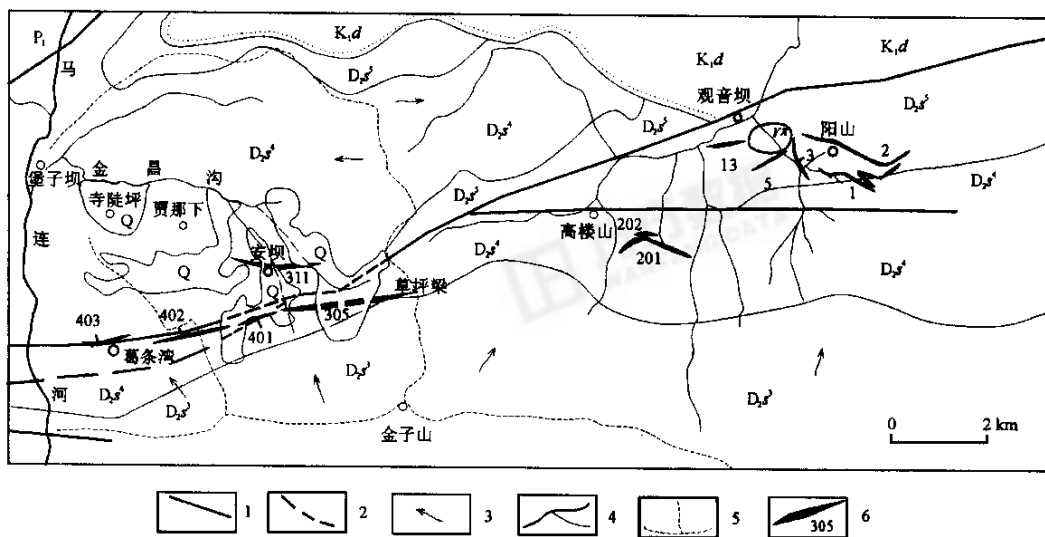


图 1 甘肃阳山金矿床水文地质简图（据武警黄金第十二支队 2002 年资料修改）

Q—第四纪黄土及残坡积物； K_1d —下白垩统东河群红及黄色砾岩、泥灰岩、页岩； P_1 —下二叠统泥板岩、钙质板岩； D_2s^5, D_2s^4, D_2s^3 —中泥盆统三河口组四段灰岩，三段千枚岩夹薄层灰岩，二段灰岩和砂质板岩； $\gamma\pi$ —斜长花岗斑岩；1—断层；2—推测断层；3—地下水流向；4—地表水系；5—地表分水岭；6—金矿体及编号

2.1 含水层特征

根据水力性质及含水特性的不同，区内含水层可分为 4 类：第四纪孔隙潜水、基岩

裂隙含水层和构造裂隙含水带。

第四纪孔隙潜水含水层可分为河谷和坡地潜水含水层。前者岩性为砂砾卵石层，分

布于金昌沟及马连河两侧，结构松散，砾石呈次圆状和扁平状，砾径1~20 cm，泥质含量少，一般近河段富水性强，远离河段富水性弱，冲沟中含水层为砂碎石，分选性及磨圆度差，泥质含量大，富水性能弱。泉水流量最大为2.55 L/s。水化学类型为重碳酸钙型水。坡地潜水含水层岩性为黄土及残坡积物，分布于山谷两侧及山坡山梁地带，覆盖于梁峁丘陵之顶的黄土不宜赋存地下水，故黄土中的地下水多埋于掌形地和杖形地内，泉水流量0.001~0.035 L/s，据大多数钻孔揭露含水层厚度为3~15 m，水位埋深0~55 m不等，一般坡底厚度大，坡顶较薄。黄土下部的残坡积物主要成分为泥砂质、碎石、砾石等，多呈次棱角状，分选性及磨圆度差，泉流量0.01~0.40 L/s，含水层厚度7~50 m，水位埋深9~55 m。采自矿区不同地段坡地潜水经四川省地勘局水文中心检测矿化度295.2~358.7 mg/L，平均391.6 mg/L；总硬度187.7~222.7 mg/L，平均238.4 mg/L，水化学类型为重碳酸钙型。黄园英等^[8]的分析结果也表明，一般山泉水矿化度及硬度各项指标较溪沟水高。

基岩裂隙含水层可分为变质岩和脉岩裂隙含水层。前者主要分布于矿区南部的千枚岩中，赋存层间和风化裂隙水，千枚岩受挤压作用明显，在与其他岩石的接触面发育裂隙，赋存层间裂隙水。岩石浅部风化强烈，裂隙发育，赋存风化裂隙水。根据岩性的不同，岩层风化厚度不一，一般为20~60 m，最厚处大于100 m，水位埋深11~52 m，含水层厚度为0~70 m。含水性能弱，水流量较少，泉流量一般小于0.01 L/s，水化学类型为重碳酸钙型。脉岩裂隙含水层赋存于斜长花岗斑岩岩脉中，浅部赋存风化裂隙潜水，泉流量较小，属富水性能贫乏的含水层；风化层下部受岩相影响，冷凝收缩强烈及在后期构造的影响下，千枚岩与脉岩接触部位产生张裂隙，赋存脉状裂隙水。据坑道

调查，裂隙一般宽度为0.05~0.10 cm，最宽0.20 m，呈充填、半充填状态，据305号脉群坑道调查，裂隙出水点最大出水量为0.004 L/s。

区内构造主要为安昌河—观音坝断裂，总体展布为NEE向，发育NEE及NWW向次级断裂：前者走向75°，倾角50~60°；后者走向为95~115°，倾角40~50°。2组断裂带内岩石破碎、挤压强烈挠曲变形，岩石内节理裂隙不发育，地下水储水空间小，断裂一般不含水，主要起阻水或隔水作用。矿区另外发育一组SN向断裂，延长较短，多小于500 m，断层面一般陡倾，由于矿体总体受SN向挤压作用，该断裂多为张性构造^[9]，带内岩石裂隙、孔隙发育，通过对安坝矿段不同标高坑道内岩石的调查，岩石节理裂隙率在0.8%~4.5%之间，当有补给来源时裂隙富水，形成裂隙含水带，安坝矿段内构造裂隙出水点最大水量为0.028 L/s。

区内岩石以千枚岩、斜长花岗斑岩及灰岩为主，上部岩石在构造及风化作用下产生的构造裂隙和风化裂隙含裂隙潜水，据钻孔调查裂隙带主要出露标高为1527~2289 m。在风化层以下，岩层完整性好，节理裂隙不发育，深部裂隙多被Ca质、Si质、粘土质等阻水物质充填，岩层富水性弱，可视为隔水层。

2.2 地表水、地下水动态特征及其水力联系

地表水流量变化受降水影响明显，以暴涨暴跌为特征，在4~5及8~9月份各出现1次高峰；地下水的补给径流排泄没有明显的区域之分，均属降水型，其潜水面水力坡度约21°，略低于地形坡度。冲洪积、残坡积孔隙潜水其动态受大气降水控制，第四纪黄土及基岩风化裂隙水则滞后降水1个月左右（图2）。

矿区第四纪孔隙水与基岩裂隙水之间无相对隔水层，二者具有一定的水力联系，由

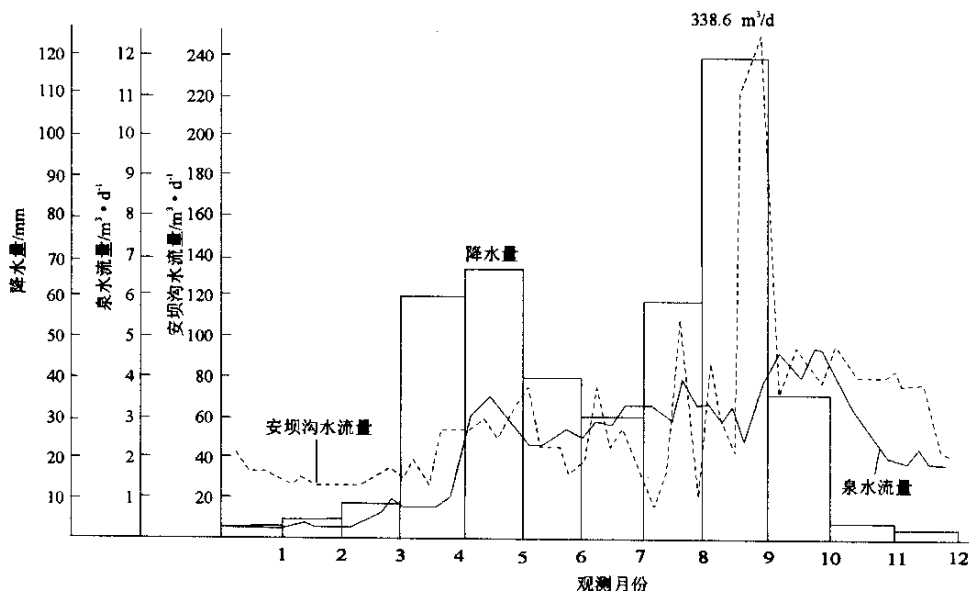


图2 阳山金矿床地表水、地下水动态与降水量关系曲线图

于风化裂隙水渗透性能不一，在不同地段与第四纪孔隙水联系有较大差异，脉状裂隙水在低洼地带以越流形式补给上部含水层。

区内地表水系主要为马连河及金昌沟，都出露于矿区边缘，地表水体对矿体充水影响不大；矿区含水层富水性能弱，地形坡度利于降水的迅速汇集与排泄，降水对矿体充水影响不大；矿体顶板虽发育裂隙，但在天然状态下补给条件差，富水性弱，以存储为主。因此，该矿床属水文地质条件简单的矿床。

2.3 矿区水资源综合利用评价

矿区金昌沟以溪流形式补给，流量小，丰水期流量为 $2\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 左右，枯水期流量一般为 $500 \sim 600\ \text{m}^3/\text{d}$ 。区内第四纪覆盖层厚，受地形及储水介质的影响，含水性能差，其泉水及溪沟流量仅够当地居民生活用水。矿区西侧马连河水水质清澈透明，无色、无味、无臭，水质较好，按丰枯季节采样经四川省地勘局水文中心检测，丰水期矿化度为 $313.3\ \text{mg}/\text{L}$ ，枯水期为 $357.7\ \text{mg}/\text{L}$ ，平均 $335.5\ \text{mg}/\text{L}$ ，丰水期总硬度为 $205.2\ \text{mg}/\text{L}$ ，

枯水期 $215.2\ \text{mg}/\text{L}$ ，平均 $210.2\ \text{mg}/\text{L}$ ，水化学类型为重碳酸钙-镁型淡水。检测微量元素 Cr^{6+} 、Cu、Pb、Zn、As、Mn，按 GB5749-85 饮用水标准，各项指标均未超标。据近 2 年观测资料（图 3）该河水最大流量 $14.1\ \text{m}^3/\text{s}$ ，最小 $2.1\ \text{m}^3/\text{s}$ ，年均 $4.7\ \text{m}^3/\text{s}$ ，水流量较稳定，水量及水质能满足矿山生产建设需要，可作为矿山生产生活用水源地。

3 矿区工程地质条件

3.1 工程地质类型的划分及特征

依据地层岩性、岩石力学性质划分如下工程地质岩组：1) 第四纪松散软弱岩类，岩性为粘性土和砂质土，厚 $12 \sim 75\ \text{m}$ ，广泛分布于山体缓坡及沟谷两侧，赋存孔隙潜水；2) 碎裂岩、干枚岩、斜长花岗斑岩等裂隙发育带及构造破碎带软弱岩类，岩层内岩石较破碎，岩体稳固性差；3) 灰岩及深部的脉岩、钙泥质干枚岩等块状岩类，区内风化带以下的岩石节理裂隙不发育，岩层完整性较好，岩石力学强度高，地下水作用不

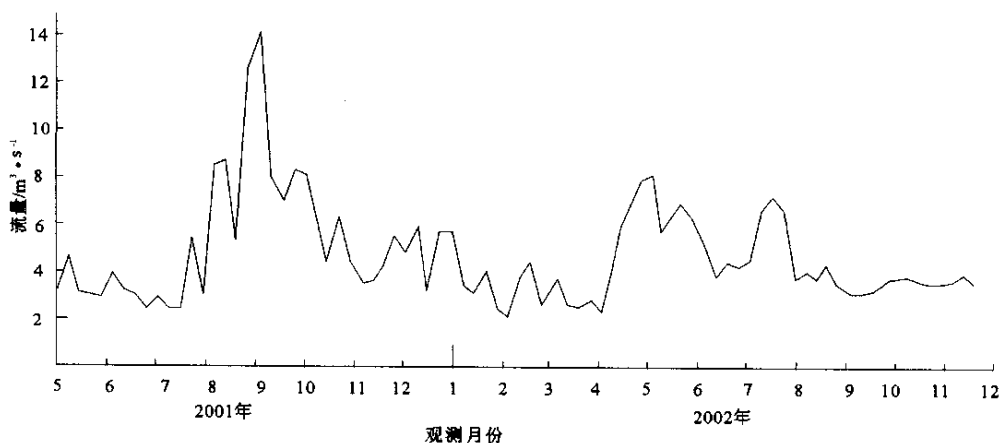


图3 马连河流量观测曲线图

明显,岩体较稳固,局部受断裂影响,岩层不稳固。

3.2 矿区工程地质评价

矿体受断裂控制,成矿以渗透交代作用为主,矿与非矿之间不存在明显的界面,成矿前及成矿期间的各组容矿空间被成矿物质充填,但由于新构造运动频繁,岩层破碎,坑道内岩石稳固性差,巷道需要支护。当有地下水作用时千枚岩泥化作用明显,巷道内易发生滑坡、崩塌等现象,矿山开采时应提出防治措施,严防不良工程地质问题发生。

矿体顶底板围岩多为千枚岩或斜长花岗斑岩,根据岩性和岩石随所处构造部位的不同其稳固性有所差异,灰岩及花岗斑岩稳固性较千枚岩好,采自不同地段的岩石样品经成都理工大学环境工程实验室测定,各类岩(矿)石的抗压强度在 36.7 ~ 119.4 MPa 之间,平均大于 74 MPa。灰岩抗压强度最强,千枚岩最差;矿段内自西向东构造影响减弱,岩石稳固性增强。

本区地形地貌复杂,气候变化大,岩石风化剥蚀强烈,第四纪覆盖层厚;区内构造发育,矿体围岩较破碎,尤其随着开采深度的增加,地下应力场的改变,某些隐蔽裂隙可能扩张而改变透水条件形成透水裂隙,从而影响到矿体围岩稳定。因此,该矿床工程地

质勘探程度为中等类型。

4 结论

1) 矿区地形切割深度大,重力侵蚀活跃,属滑坡、崩塌、泥石流等外力地质灾害多发区,矿山开采时应加强对工程地质动态的监测与研究,使灾害减小到最低程度。

2) 地下水以大气降水的垂直渗入补给为主,由于区内的乱采滥挖,植被严重破坏,水土流失,地形坡度利于地表水及地下水的迅速汇集与排泄,区内含水层的储水性及受水性差,地下水资源贫乏。

3) 含水与隔水层之间无明显分界线,岩石风化层最大厚度大于 100 m,以孔隙含水为主,局部地段裂隙含水较丰富,随着开采深度的加大,在有补给源时裂隙水可成为矿床充水主要水源。

4) 矿区为高中山区,周围无矿山及工业设施,空气透明度高,其西侧马连河水清澈透明,为重碳酸钙-镁型淡水,各项指标满足生活饮用水标准,水流量较稳定,可作为矿山开发用水源地。

5) 研究区构造复杂,新构造活动频繁,为地震多发区;矿体顶底板岩层完整性及稳固性较差;上覆第四纪松散层厚度不一等不

良因素将影响今后采矿巷道的支护及矿体顶板冒落带的计算，矿山开采时应引起注意。

成文过程中得到沈厚诚、马自遴先生，赵利青、齐金忠博士的帮助与指导，谨表谢意。

参考文献：

- [1] 齐金忠, 袁士松, 李莉, 等. 甘肃省文县阳山特大型金矿床地质特征及控矿因素分析 [J]. 地质论评, 2003, 49 (1): 85-90.
- [2] 郭俊华, 孙彬, 余金元, 等. 甘肃省文县阳山金矿带305号脉群普查报告 [R]. 四川 成都: 武警黄金第十二支队, 2002.
- [3] 甘肃省地勘局兰州地质矿产勘查院. 1:5万堡子坝幅地质图说明书 [R]. 北京: 中国地质资料馆, 1999.
- [4] 郭俊华, 齐金忠, 孙彬, 等. 甘肃阳山特大型金矿床

地质特征及成因 [J]. 黄金地质, 2002, 8 (2): 15-19.

- [5] 甘肃省地矿局第一水文地质工程地质队. 甘肃省武都一天水地区 1:50 万区域水文地质普查报告 [R]. 甘肃 兰州: 国土资源厅地质资料处资料中心, 1983.
- [6] 甘肃省地勘局第一水文地质工程地质队. 甘肃省陇南甘南地区区域水文地质调查报告 [R]. 甘肃 兰州: 国土资源厅地质资料处资料中心, 1998.
- [7] 甘肃省地矿局第一水文地质工程地质队. 甘肃省东部 1:50 万综合水文地质图说明书 [R]. 甘肃 兰州: 国土资源厅地质资料处资料中心, 1983.
- [8] 黄园英, 刘芬, 罗锡明, 等. 用离子色谱法测定金矿区水样中常规无机离子 [J]. 黄金地质, 2002, 8 (2): 69-73.
- [9] 齐金忠, 袁士松, 郭俊华, 等. 甘肃省文县阳山金矿带成矿规律及找矿方向研究 [R]. 河北 廊坊: 武警黄金地质研究所, 2001.

Hydrogeological characteristics of the Yangshan gold deposit , Gansu

LI Shi-qiao

(No.12 Gold Geological Party of CAPF , Chengdu 610036 , Sichuan , China)

Abstract : Loess and eluvium of Quaternary are thick and spread widely in the Yangshan gold mining areas. In the hillside fields and two flanks of gullies , the type of ground water is mainly pore water and fissure water , which recharged predominately by vertical infiltration of meteorological water and drained by hill springs and brooks. Aquifer consists of loose deposit of Quaternary and weathering rock ; aquifuge is the bedrock in the depth of the surface. The hydrogeological condition of the deposit is simple , and water for mine development comes from Malian river. According to lithologic character and rock mechanics property , different engineering rocks have been divided , such as Quaternary loose soil , cataclastic rocks , phyllite , plagiogranite and so on into soft rocks in the well-developed fissure zone and structural weak zone. Limestone , dike rocks in depth , and calcareous politic phyllite and so on belong to blocky engineering geological petrofabrics. Engineering geological conditions in the mining areas are medium.

Key words : gold deposit ; hydrogeology characteristics ; engineering geology ; Gansu